

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
20 novembre 2003 (20.11.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale

WO 03/096121 A2

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G03F 1/14

Rivière (FR). ASPAR, Bernard [FR/FR]; 110, Lot Le Hameau des Ayes, F-38140 RIVES (FR). FANGET, Gilles [FR/FR]; 400, route du Mercuel, F-38140 REAUMONT (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR03/01400

(22) Date de dépôt international : 6 mai 2003 (06.05.2003)

(74) Mandataire : LEHU, Jean; Brevatome, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(81) États désignés (*national*) : JP, US.

(26) Langue de publication :

français

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Données relatives à la priorité :

02/05718 7 mai 2002 (07.05.2002) FR

Publiée :

- sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

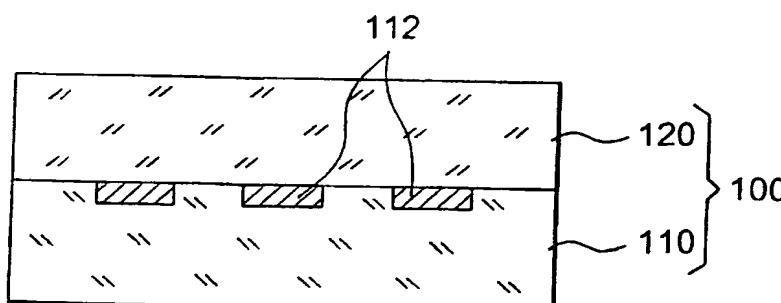
(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : COMMISSIONNAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31/33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : THONY, Philippe [FR/FR]; Les Nesmes, F-38134 Saint-Joseph de

(54) Title: PHOTOLITHOGRAPHY MASK COMPRISING ABSORBER/PHASE-SHIFTER ELEMENTS

(54) Titre : MASQUE POUR PHOTOLITHOGRAPHIE A ELEMENTS ABSORBEURS/DIPHASEURS INCLUS



(57) Abstract: The invention relates to an exposure mask comprising a transparent substrate (100) with at least one absorber/phase-shifter element (112) disposed therein, such as to form a one-piece assembly with said substrate. The invention can be used for photolithography.

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à un masque d'insolation comprenant un substrat (100) transparent et au moins un élément absorbeur/déphasageur (112) inclus à l'intérieur du substrat de façon

WO 03/096121 A2

former avec le substrat un ensemble monolithique. Application à la photolithographie.

BEST AVAILABLE COPY

**MASQUE POUR PHOTOLITHOGRAPHIE A ELEMENTS  
ABSORBEURS/DEPHASEURS INCLUS.**

Domaine technique

5 La présente invention concerne un masque de photolithographie à éléments absorbeurs/déphaseurs inclus.

10 Les masques de photolithographie sont largement mis en œuvre pour la fabrication de composants dans les domaines de la microélectronique, des microsystèmes et de l'optique intégrée. Ils permettent notamment de fixer la forme et les dimensions de composants, de parties de composants, ou encore de structures intermédiaires mises en œuvre pour la réalisation de 15 composants.

15 L'invention trouve des applications dans les domaines techniques indiqués ci-dessus, et notamment pour la réalisation de motifs de très faibles dimensions, au moyen d'une lumière d'insolation à 20 longueur d'onde courte.

Etat de la technique antérieure.

La photolithographie est l'une des techniques fondamentales de la microélectronique. Elle fait appel 25 à des couches intermédiaires et sacrificielles photosensibles. Ces couches, par exemple en résine, sont déposées sur des couches de matériau à traiter. Après insolation et développement, les résines, mises en forme, peuvent constituer des masques de gravure ou 30 de dopage des couches à traiter sous-jacentes.

Pour conférer aux résines photosensibles un motif souhaité, celles-ci sont elles-mêmes insolées à travers un masque d'insolation. Celui-ci correspond, éventuellement à une plus grande échelle, au motif souhaité. La lumière d'insolation est généralement une lumière cohérente monochromatique d'un laser. Un système optique associé au masque, et recevant la lumière d'insolation, permet de former une image du motif du masque sur la couche de résine photosensible.

Les masques d'insolation peuvent avantageusement être installés dans un photo-répéteur pour insoler successivement différents champs d'un support, exactement selon le même motif.

La figure 1 annexée illustre, de façon simplifiée, un masque d'insolation de type connu.

Le masque de la figure 1, comprend un substrat transparent 10 en silice ou en quartz. Sur ce substrat se trouvent des éléments absorbeurs/déphaseurs 12. Ceux-ci correspondent au motif d'insolation ou à un motif complémentaire, selon que la résine photosensible est du type positif ou négatif. Les éléments absorbeurs/déphaseurs peuvent être des éléments opaques ou semi-transparents.

Des éléments absorbeurs/déphaseurs opaques, tels que des éléments de chrome, par exemple, peuvent être utilisés pour réaliser un masque d'insolation binaire. Par ailleurs, des éléments absorbeurs/déphaseurs en un matériau semi-transparent, tel qu'un alliage de silicium et de molybdène, permettent de réaliser un masque d'insolation à décalage de phase. La lumière qui traverse les éléments

absorbeurs/déphaseurs subit en effet un décalage de phase par rapport à la lumière qui passe en-dehors des éléments.

Au-dessus des éléments absorbeurs/déphaseurs du masque se trouve une pellicule de recouvrement 20. Il s'agit, par exemple, d'un film de polymère. La pellicule 20 est maintenue à distance des éléments absorbeurs/déphaseurs 12 au moyen d'un cadre 22 collé sur le substrat 10. La pellicule a essentiellement pour rôle d'éviter que des poussières ne se déposent sur la face du substrat portant les éléments absorbeurs/déphaseurs.

L'image du masque que l'on forme sur une couche photosensible à insoler correspond à l'image des éléments absorbeurs/déphaseurs. En d'autres termes, le système optique associé au masque est mis au point pour un plan focal conjugué à la face du substrat 10 portant les éléments absorbeurs/déphaseurs. Ainsi, l'espacement entre la pellicule 20 et les éléments absorbeurs/déphaseurs 12 du masque permet de déplacer l'image d'éventuelles poussières ou rayures hors du champ de netteté.

Le contraste de l'image floue des poussières est alors suffisamment faible pour que la résine à exposer n'y soit pas sensible.

L'évolution des techniques de microélectronique vers la fabrication de composants toujours plus rapides et performants, conduit à la réalisation de motifs de photolithographie toujours plus petits. Dans le cadre de cette évolution, des améliorations des équipements d'insolation peuvent porter sur les composants optiques

de projection de l'image du masque. Il s'agit, par exemple, d'un accroissement de leur ouverture. Un autre paramètre important est la longueur d'onde de la lumière d'insolation. Une tendance est de réduire la 5 longueur d'onde en la faisant passer de 193 nm, pour les photo-répêteurs actuels à 157 nm pour des unités de production futures. La réduction de la longueur d'onde permet en effet la projection de détails plus fins.

Une difficulté apparaît toutefois avec une 10 longueur d'onde aussi courte que 157 nm. Elle est liée à une transmission limitée de la lumière à travers le masque et à travers les moyens optiques de projection.

Le substrat du masque, de même que les 15 lentilles de projection, peuvent éventuellement être réalisés en des matériaux susceptibles d'offrir une transmission satisfaisante de la lumière. En revanche, la pellicule de recouvrement 20吸ue une grande quantité de lumière d'insolation pour des longueurs 20 d'onde courtes. Il en va de même de l'air situé dans l'espace entre le substrat 10 du masque et la pellicule de recouvrement 20. Une absorption importante nuit au contraste de l'image projetée et donc à la résolution de lithographie.

Une solution envisagée consiste à remplacer la 25 pellicule de recouvrement souple 20, qui est en polymère, par une pellicule en un matériau dur présentant de meilleures propriétés de transmission de la lumière. L'usage d'un matériau dur pour la pellicule de recouvrement est cependant susceptible de perturber 30 de façon plus importante le trajet d'un faisceau lumineux d'insolation. Ceci peut conduire à des

déformations de l'image du masque projetée sur une couche de matériau photosensible à insoler. De plus, la mise en place d'une pellicule de recouvrement en un matériau dur augmente la complexité et le coût de 5 fabrication des masques.

Par ailleurs, pour éviter une absorption de la lumière par l'air contenu dans l'espace libre entre le substrat et la pellicule de recouvrement, un système peut être prévu pour purger cet espace avant 10 utilisation. Cette opération est cependant délicate et a également une influence négative sur le coût final du masque.

Une illustration complémentaire de l'état de la technique peut être trouvée dans les documents (1) et 15 (2) dont les références complètes sont précisées à la fin de la description.

Il existe un autre type de masque : les masques de type PSM alternés dits auto-alignés. Cet état de la technique est illustré par le document (3) dont la référence complète est précisée à la fin de la description. Ces masques comportent des motifs de chrome et des gravures du quartz pour les déphaseurs. Les déphaseurs sont réalisés dans un premier temps sur 20 le substrat. Puis, une couche de chrome est déposée. Ensuite, les motifs de chrome sont réalisés dans cette 25 couche. Ces masques sont nommés SCAA pour "Sidewall Chrome Alterning Aperture".

La réalisation de ce type de masque pose problème du fait que le procédé technologique doit 30 comprendre deux étapes, l'une concernant le quartz pour réaliser le masque de phase et l'autre concernant le

chrome pour réaliser le masque de chrome, ces deux étapes étant réalisées sur un même substrat. Il est difficile de réaliser un dépôt de chrome sans défaut sur la surface gravée du substrat. Il est aussi 5 difficile de réaliser les motifs dans la couche de chrome, toujours à cause de la topologie de la surface (étalement de résine et insolation par faisceau d'électrons ou par laser).

10 Exposé de l'invention.

La présente invention a pour but de proposer un masque de photolithographie ne présentant pas les limitations et difficultés mentionnées ci-dessus.

Un but est en particulier de proposer un masque 15 compatible avec de faibles longueurs d'onde d'insolation, et notamment avec une longueur d'onde de l'ordre de 157 nm, voire inférieure.

Un but est ainsi de proposer un masque qui n'introduise pas de déformations sensibles de l'image 20 projetée et qui n'absorbe pas significativement la lumière d'insolation.

Un autre but est de proposer un masque qui ne nécessite pas de purge et dont le coût de fabrication est modéré.

25 Pour atteindre ces buts, l'invention concerne plus précisément un masque pour photolithographie comprenant un substrat transparent, le substrat comprenant une première partie de substrat et une deuxième partie de substrat, solidaire de la première 30 partie de substrat, au moins un élément absorbeur/déphaseur étant encastré dans le substrat,

caractérisé en ce que la première partie de substrat est collée, sans apport de matière, sur la deuxième partie de substrat.

Bien que le masque puisse ne comporter qu'un 5 seul élément absorbeur/déphaseur, éventuellement de forme complexe, il en comprend généralement plusieurs. Dans la suite du texte il est fait ainsi référence à une pluralité d'éléments absorbeurs/déphaseurs.

Les éléments absorbeurs/déphaseurs sont 10 considérés comme inclus dans le substrat et comme formant un ensemble monolithique avec le substrat, lorsqu'ils y sont encastrés de façon que le masque ne présente pas de cavité en contact avec les éléments absorbeurs/déphaseurs, ou lorsqu'une éventuelle cavité 15 est suffisamment petite pour ne pas absorber significativement un faisceau lumineux susceptible de traverser le substrat.

Grâce au caractère monolithique du masque celui-ci ne contient pas, sinon très peu d'air ou de 20 gaz absorbant la lumière d'insolation. Par ailleurs, comme les éléments absorbeurs/déphaseurs sont inclus, leurs faces principales susceptibles d'être exposées à la lumière sont recouvertes par le substrat. Elles sont ainsi protégées de la poussière et d'éventuelles 25 rayures. De façon plus précise, les poussières et d'éventuelles rayures peuvent apparaître sur une face externe du substrat, c'est-à-dire hors d'un plan ou d'une région comprenant les éléments absorbeurs/déphaseurs. L'espacement entre les éléments 30 absorbeurs/déphaseurs et une surface susceptible d'être polluée correspond à l'épaisseur du substrat ou d'une

partie du substrat qui recouvre les éléments, et non à une cavité. Par ailleurs, de tels éléments sont facilement nettoyables avec des procédés standard comme des bains chimiques.

5         Au moins un élément absorbeur/déphaseur peut être encastré dans l'une desdites parties de substrat, en affleurant à une face de contact de l'autre desdites parties de substrat. Dans cette réalisation, la deuxième partie de substrat constitue un couvercle qui  
10        recouvre exactement la face de la première partie de substrat à laquelle affleurent les éléments absorbeurs/déphaseurs. Les première et deuxième parties peuvent être interchangeables. En d'autres termes, chacune des deux parties peut à la fois comporter des  
15        éléments absorbeurs/déphaseurs encastrés et servir de couvercle pour l'autre partie. Ainsi, les problèmes liés à la réalisation de masques de type PSM alternés sont évités. Chaque fonction (masque de phase et masque de chrome) est réalisée sur un substrat qui lui est  
20        propre avant assemblage. Il n'y a pas interférence des deux substrats.

Les éléments absorbeurs/déphaseurs peuvent être choisis parmi des éléments opaques, des éléments transparents ou semi-transparentes présentant un indice de réfraction différent de celui du substrat, ou une combinaison de tels éléments.

De façon avantageuse les première et deuxième parties de substrat, en contact direct l'une avec l'autre, peuvent être réalisées en des matériaux  
30        identiques. Ceci permet d'éviter toute discontinuité de propagation de la lumière à travers le masque. Les

matériaux peuvent aussi être choisis différents pour introduire volontairement des déphasages de la lumière. L'assemblage des première et deuxième parties de substrat est effectué par exemple par collage et 5 avantageusement le collage est de type à adhésion moléculaire.

Selon une variante, les éléments absorbeurs/déphaseurs peuvent aussi être en contact par l'intermédiaire d'un matériau de remplissage disposé 10 entre les première et deuxième parties de substrat. Les éléments absorbeurs/déphaseurs peuvent être encastrés dans les première et deuxième parties du substrat. Les éléments absorbeurs/déphaseurs peuvent aussi être encastrés dans la couche intercalaire de remplissage et 15 pris en sandwich entre les première et deuxième parties de substrat.

Une des première et deuxième parties de substrat, ou éventuellement les deux parties, peuvent être gravées avant leur assemblage de sorte qu'au moins 20 une première partie du substrat présente une face avec des dépressions tournées vers une seconde partie du substrat. Les dépressions peuvent être emplies d'un matériau de remplissage. Il s'agit, par exemple, du matériau intercalaire entre les parties de substrat.

25 Les cavités, emplies du matériau de remplissage, peuvent constituer des éléments déphaseurs de la lumière lorsque le matériau de remplissage présente un indice optique différent de celui des première et/ou deuxième parties de substrat.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va

suivre, en référence aux figures des dessins annexés. Cette description est donnée à titre purement illustratif et non limitatif.

5    Brève description des figures.

- La figure 1, déjà décrite, est une coupe schématique simplifiée d'un masque de photolithographie de type connu.

10    - La figure 2, est une coupe schématique d'un masque de photolithographie conforme à l'invention, avec un substrat en deux parties.

- La figure 3, est une coupe schématique d'un masque de photolithographie conforme à l'invention, avec un matériau de remplissage intermédiaire.

15    - Les figures 4 et 5 sont des coupes schématiques de masques de photolithographie conformes à l'invention, et constituant des variantes aux masques des figures 2 et 3.

20    - Les figures 6 et 7 sont des coupes schématiques de masques de photolithographie conformes à l'invention avec des éléments déphaseurs.

25    - Les figures 8 et 9 sont des coupes schématiques de masques de photolithographie conformes à l'invention, et constituant des variantes du masque de la figure 7.

Description détaillée de modes de mise en œuvre de l'invention

Dans la description qui suit, des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures sont repérées par les mêmes signes de référence

pour faciliter le report entre les figures. Par ailleurs, et dans un souci de clarté des figures, tous les éléments ne sont pas représentés selon une échelle uniforme.

5 La figure 2, montre un masque conforme à l'invention. Il comprend un substrat transparent 100 et, inclus dans ce substrat des éléments absorbeurs/déphaseurs de lumière 112. Le substrat est en un matériau dur. Il est, par exemple, en silice ou 10 en quartz ou en tout autre matériau transparent pour une longueur d'onde de la lumière d'insolation.

Les éléments absorbeurs/déphaseurs de lumière peuvent être en un matériau opaque tel qu'un métal. Par exemple, une couche de chrome. Ils peuvent aussi être 15 en un matériau semi-transparent, tel que le MoSi. Lorsqu'un matériau est semi-transparent, il permet d'introduire un déphasage dans la lumière d'insolation. Le coefficient de transmission des matériaux transparents est, par exemple, de l'ordre de 6 à 12 %. 20 La valeur du déphasage qui existe entre les faisceaux qui traversent les éléments absorbeurs/déphaseurs et ceux qui ne les traversent pas, peut être ajustée en agissant sur la composition et/ou sur l'épaisseur de ces éléments. La composition et l'épaisseur sont, par 25 exemple, ajustées pour introduire dans les faisceaux une opposition de phase.

La réalisation d'un masque conforme à la figure 2 comprend, par exemple, la gravure de cavités dans une première partie 110 du substrat, le dépôt d'une couche 30 de matériau approprié pour la fabrication des éléments absorbeurs/déphaseurs, puis le planage de cette couche

avec arrêt sur la première partie de substrat. Au terme de cette opération, on obtient des éléments absorbeurs/déphaseurs 112 qui affleurent à une face de la première partie de substrat 110. La forme des 5 éléments correspond à celle des cavités gravées au préalable. Le masque est achevé en collant une deuxième partie de substrat 120 sur la face à laquelle affleurent les éléments absorbeurs/déphaseurs.

Le collage peut être un collage moléculaire 10 direct, c'est-à-dire sans apport de matière. Il résulte alors d'une préparation appropriée de polissage et de nettoyage des faces des première et deuxième parties du substrat mises en contact. Par exemple, un collage de type hydrophile peut être réalisé. Pour cela, avant la 15 mise en contact, les deux parties du substrat sont nettoyées afin d'obtenir une bonne hydrophilie (par exemple avec un nettoyage chimique de type SC1). Un polissage mécano-chimique peut être réalisé afin d'atténuer voire de supprimer la rugosité de surface. 20 Après l'assemblage, un traitement thermique peut être effectué pour augmenter les forces de collage et assurer une bonne stabilité dans le temps (par exemple ce traitement peut être effectué à 300 K pendant 2 heures).

25

Les première et deuxième parties de substrat peuvent être en des matériaux différents ou, de préférence, en un même matériau. Le fait d'utiliser un même matériau permet de ne pas affecter le trajet d'un 30 faisceau lumineux passant de la première partie de substrat à la deuxième partie de substrat.

La figure 3 montre une autre possibilité de réalisation du masque de photolithographie. Dans cet exemple, une couche de matériau opaque ou semi-transparent est déposée sur une face d'une première partie de substrat 110. Cette couche est ensuite gravée pour lui conférer un motif souhaité et former ainsi un ou plusieurs éléments absorbeurs/déphaseurs 112. Les interstices entre les éléments absorbeurs/déphaseurs sont ensuite comblés d'un matériau de remplissage 114 transparent ou semi-transparent tel que de la silice fondu ou de la silice fondu modifiée par l'ajout de composés chlorés ou fluorés. Ce matériau de remplissage peut aussi être un verre organo-minéral déposé en solution dans un solvant, par centrifugation et recuit (procédé sol-gel). Le choix de ce matériau n'est pas particulièrement critique. L'épaisseur des éléments absorbeurs/déphaseurs 112, et donc celle du matériau de remplissage, est généralement faible. Ainsi, le matériau de remplissage n'absorbe pas une quantité de lumière d'insolation importante. On peut aussi choisir un matériau de remplissage quasi-transparent ou transparent. Après un planage du matériau de remplissage, réalisé par exemple par un procédé de polissage mécano-chimique, la première partie de substrat 110 est assemblée avec la deuxième partie de substrat 120, encore appelée superstrat, de façon à recouvrir les éléments absorbeurs/déphaseurs 112.

La figure 4, montre une variante du masque de photolithographie de la figure 3. Selon cette variante, le matériau de remplissage recouvre les éléments absorbeurs/déphaseurs 112. Lors de la fabrication du

masque, le planage de ce matériau n'a pas lieu avec arrêt sur les éléments absorbeurs/déphaseurs, mais avant d'atteindre ces éléments. Lors de l'assemblage des première et deuxième parties de substrat 110, 120, 5 le matériau de remplissage peut éventuellement servir pour le collage en favorisant l'adhésion des première et deuxième parties.

La figure 5 montre une variante du masque de photolithographie de la figure 2. Avant assemblage des 10 première et deuxième parties de substrat 110, 120, une couche de matériau transparent 114, comparable au matériau de remplissage, est déposée sur la face de la première partie de substrat 110, à laquelle affleurent les éléments absorbeurs/déphaseurs 112. La couche de 15 matériau transparent 114 est, par exemple, une colle.

La figure 6 montre une réalisation particulière d'un masque de photolithographie conforme à l'invention dans lequel on associe aux éléments absorbeurs/déphaseurs 112 des éléments déphaseurs 118 20 pratiqués directement dans l'une des parties 110 du substrat. On observe que la première partie de substrat 110 présente des dépressions 116 gravées depuis la face portant les éléments absorbeurs/déphaseurs. Les dépressions peuvent être gravées avant ou après la 25 formation des éléments absorbeurs/déphaseurs 112 et sont situées notamment entre les emplacements prévus pour ces éléments. Les éléments déphaseurs 118 sont constitués par la combinaison des dépressions 116 et d'un matériau de remplissage qui comble ces 30 dépressions. Dans l'exemple illustré, les dépressions sont comblées avec le matériau transparent de

remplissage 114 déjà évoqué en référence aux figures précédentes. Les dépressions 116 font qu'un faisceau traverse des épaisseurs variables de substrat et de matériau de remplissage. Des déphasages variables peuvent être ainsi introduits dans les faisceaux en fonction de la profondeur des dépressions 116.

La figure 7 montre une autre réalisation possible d'un masque de photolithographie comprenant deux types d'éléments absorbeurs/déphaseurs 112a, 112d. 10 Deux couches de matériaux sont successivement déposées sur une partie de substrat 110 et mises en forme par gravure selon des motifs souhaités. Il s'agit dans l'ordre d'une couche de matériau transparent ou semi-transparent présentant un indice optique différent de 15 celui de la première partie de substrat 110, puis d'une couche de matériau opaque. La gravure de ces couches permet de former des éléments déphaseurs 112d et des éléments absorbeurs 112a correspondant respectivement à la couche transparente/semi-transparente et à la couche 20 opaque.

On peut observer que des éléments absorbeurs 112a peuvent recouvrir et occulter partiellement des éléments déphaseurs 112d. L'espace entre les éléments absorbeurs et déphaseurs est comblé de matériau de remplissage 114 de la façon déjà décrite. Le cas échéant, le matériau de remplissage peut aussi constituer des éléments déphaseurs.

Les figures 8 et 9 illustrent simplement des variantes de réalisation du masque de photolithographie 30 de la figure 7, avec également des éléments absorbeurs 112a et des éléments déphaseurs 112d. Dans le cas de la

figure 8, les éléments absorbeurs 112a sont formés sur une face d'assemblage de première partie 110 du substrat tandis que les éléments déphaseurs 112d sont encastrés dans la deuxième partie 120 du substrat. Un 5 matériau transparent 114 enrobe les éléments absorbeurs 112a. On peut observer que les éléments absorbeurs de la deuxième partie de substrat 120 coïncident avec certains interstices laissés entre des éléments absorbeurs de la première partie de substrat. Il 10 convient de noter que dans une réalisation du masque conforme à la figure 8, les éléments déphaseurs 112d peuvent être solides ou gazeux.

Dans le dernier exemple, donné par la figure 9, des éléments déphaseurs 112d sont définis sur la 15 deuxième partie 120 du substrat, par exemple par gravure d'une couche, et des éléments absorbeurs 112a sont définis sur la première partie de substrat 110. Les première et deuxième parties sont ensuite 20 assemblées en mettant en regard les éléments absorbeurs/déphaseurs et en les reliant par l'intermédiaire d'une couche 114 de matériau de remplissage transparent. Cette couche enrobe les éléments.

Dans un mode particulier de réalisation, après le 25 collage des première et deuxième parties du substrat, au moins l'une des parties est amincie afin d'obtenir une épaisseur de substrat inférieure à la somme des épaisseurs des deux parties. La mise en place du masque dans les équipements est ainsi facilitée.

**DOCUMENTS CITES****(1)**

5 "Mechanical analysis of hard pellicles form 157 nm lithography" de Philip L. Reu et al., Optical Microlithography XIV, Proceedings of SPIE, vol. 4346 (2001), pages 1166-1174,

**(2)**

10 "157-nm Photomask Handling and Infrastructure: Requirements and Feasibility", de Jerry Cullings, Ed Muzio, Optical Microlithography XIV, Proceedings of SPIE, vol. 4346 (2001) pages 52-60.

**(3)**

15 "Phase Phirst ! An improved strong-PSM paradigm" de Marc D. Levenson et al., Proc. of SPIE 4186, 20<sup>th</sup> Annual BACUS Symposium on Photomask Technology and Management, ed. Brian J. Grenon, Giang T. Dao (Janvier 2001).

## REVENDICATIONS

1. Masque pour photolithographie comprenant un substrat transparent (100), le substrat comprenant une première partie de substrat (110) et une deuxième partie de substrat (120), solidaire de la première partie de substrat, au moins un élément absorbeur/déphaseur (112) étant encastré dans le substrat, caractérisé en ce que la première partie de substrat est collée, sans apport de matière, sur la deuxième partie de substrat.
2. Masque selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une première partie de substrat collée par adhésion moléculaire sur une deuxième partie de substrat.
3. Masque selon la revendication 1, dans lequel au moins un élément absorbeur/déphaseur est encastré dans chacune des première et deuxième parties de substrat.
4. Masque selon la revendication 1, dans lequel au moins un élément absorbeur/déphaseur (112) est encastré dans l'une desdites parties de substrat, en affleurant à une face de contact de l'autre desdites parties de substrat.
5. Masque selon la revendication 1, dans lequel l'élément absorbeur/déphaseur est en contact avec un

matériau de remplissage (114) entre les première et deuxième parties de substrat (110, 120).

6. Masque selon la revendication 5, dans lequel au moins un élément de masque est pris en sandwich entre une première et une deuxième parties du substrat.

7. Masque selon la revendication 1, dans lequel au moins un élément absorbeur/déphaseur est choisi parmi des éléments opaques, des éléments semi-transparents présentant un indice de réfraction différent du substrat, et une combinaison de tels éléments.

15 8. Masque selon la revendication 1, dans lequel au moins une première partie du substrat (110) présente une face avec des dépressions (116) tournées vers une seconde partie du substrat (120), les dépressions étant remplies d'un matériau de remplissage (114).

1 / 3

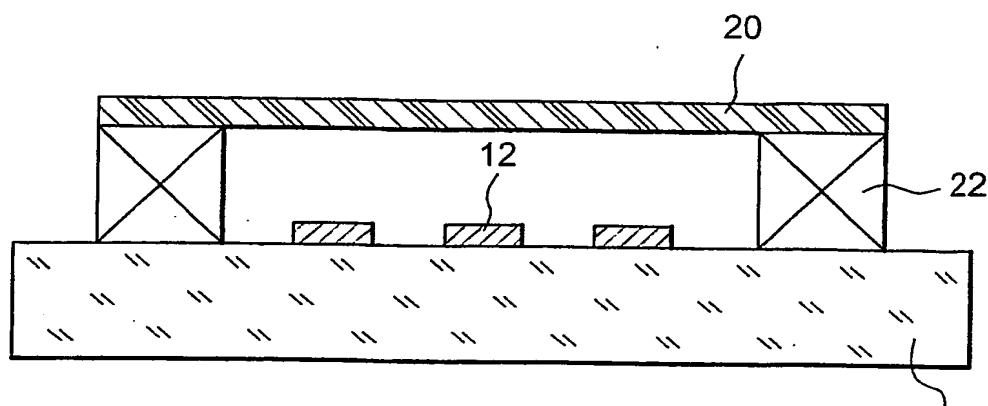


FIG. 1

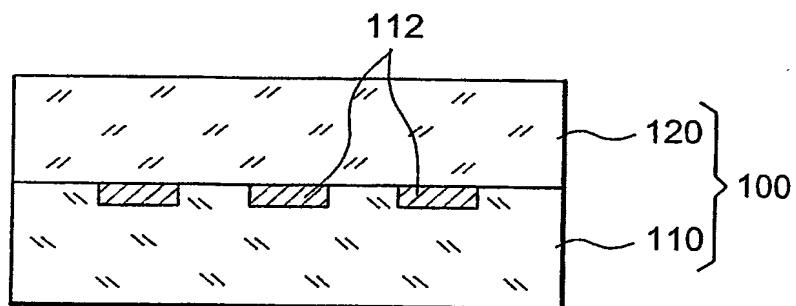


FIG. 2

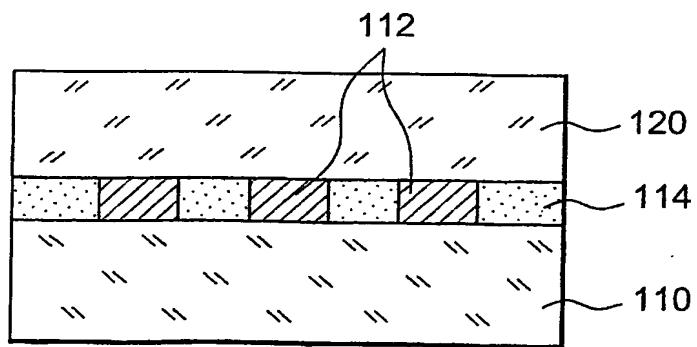


FIG. 3

2 / 3

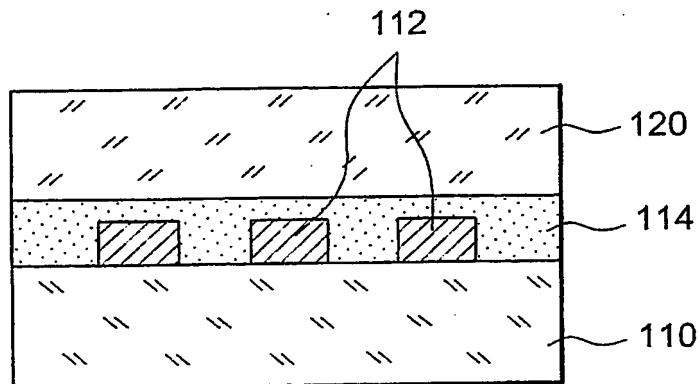


FIG. 4

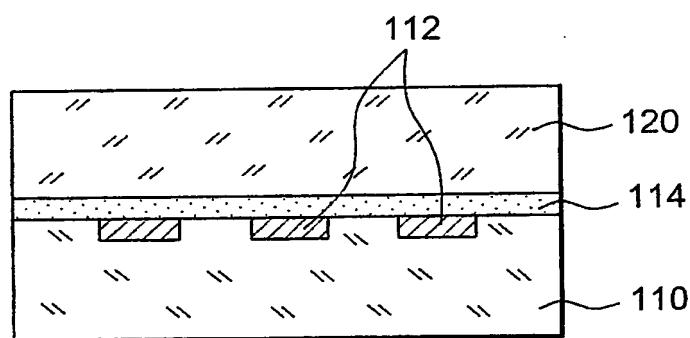


FIG. 5

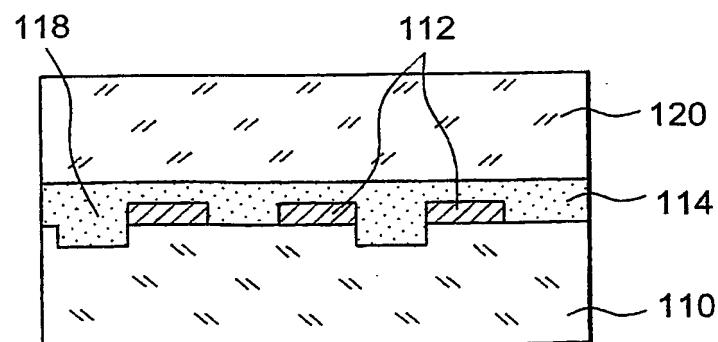


FIG. 6

3 / 3

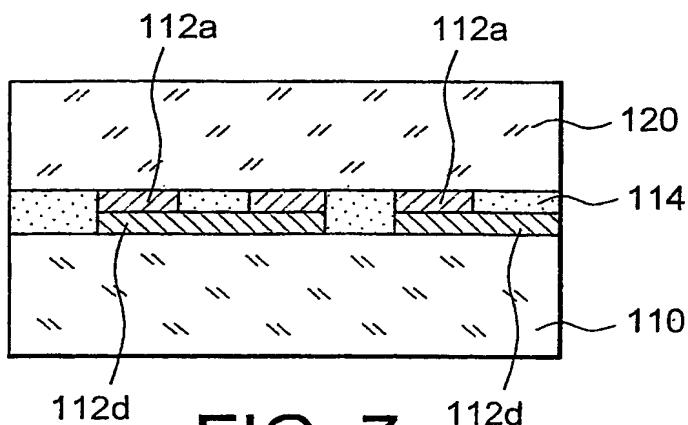


FIG. 7

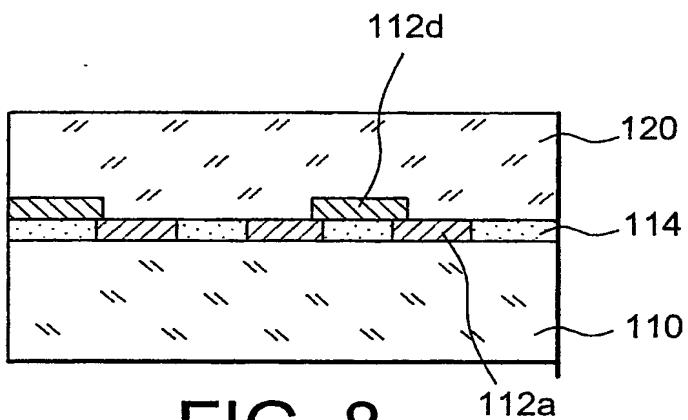


FIG. 8

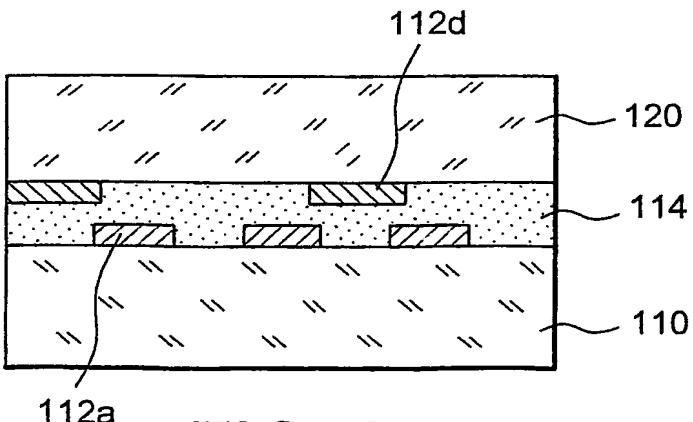


FIG. 9

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
20 novembre 2003 (20.11.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2003/096121 A3**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G03F 1/14,  
1/00

[FR/FR]; 400, route du Mercuel, F-38140 REAUMONT  
(FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2003/001400

(74) Mandataire : LEHU, Jean; Brevatome, 3, rue du Docteur  
Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international : 6 mai 2003 (06.05.2003)

(81) États désignés (*national*) : JP, US.

(25) Langue de dépôt : français

(84) États désignés (*regional*) : brevet européen (AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,  
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Langue de publication : français

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(30) Données relatives à la priorité :  
02/05718 7 mai 2002 (07.05.2002) FR

(88) Date de publication du rapport de recherche  
internationale: 4 novembre 2004

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : COM-  
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];  
31/33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

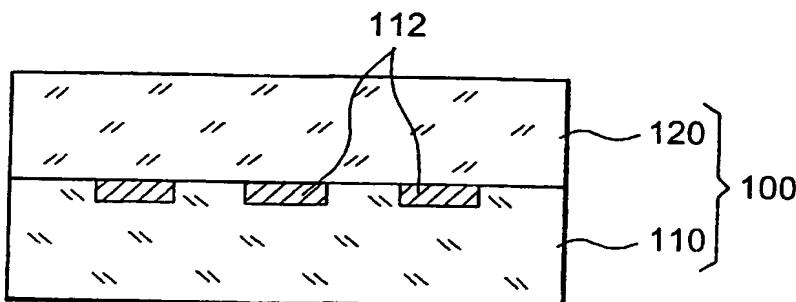
*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.*

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : THONY,  
Philippe [FR/FR]; Les Nesmes, F-38134 Saint-Joseph de  
Rivière (FR). ASPAR, Bernard [FR/FR]; 110, Lot Le  
Hameau des Ayes, F-38140 RIVES (FR). FANGET, Gilles

(54) Title: PHOTOLITHOGRAPHY MASK COMPRISING ABSORBER/PHASE-SHIFTER ELEMENTS

(54) Titre : MASQUE POUR PHOTOLITHOGRAPHIE A ELEMENTS ABSORBEURS/DEPHASEURS INCLUS



phaseur (112) inclus à l'intérieur du substrat, de façon à former avec le substrat un ensemble monolithique. Application à la

(57) Abstract: The invention relates to an exposure mask comprising a transparent substrate (100) with at least one absorber/phase-shifter element (112) disposed therein, such as to form a one-piece assembly with said substrate. The invention can be used for photolithography.

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à un masque d'insolation comprenant un substrat (100) transparent et au moins un élément absorbeur/dé-  
phaseur (112) inclus à l'intérieur du substrat, de façon à former avec le substrat un ensemble monolithique. Application à la

WO 2003/096121 A3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 03/01400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G03F1/14 G03F1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 902 705 A (OKAMOTO YOSHIHIKO ET AL) 11 May 1999 (1999-05-11) column 26, line 1 - line 18; figures 8,30,34,39 -----	
A	US 4 499 162 A (BANKS EDWARD L ET AL) 12 February 1985 (1985-02-12) -----	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 135 (P-457), 20 May 1986 (1986-05-20) & JP 60 257448 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 19 December 1985 (1985-12-19) abstract -----	
A	US 5 260 150 A (OHTA KENJI ET AL) 9 November 1993 (1993-11-09) -----	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 September 2004

Date of mailing of the international search report

27/09/2004

## Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haenisch, U

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/01400

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5902705	A	11-05-1999	JP	8306621 A		22-11-1996
			US	5691115 A		25-11-1997
			US	5521033 A		28-05-1996
			US	5932395 A		03-08-1999
			US	6020109 A		01-02-2000
US 4499162	A	12-02-1985	NONE			
JP 60257448	A	19-12-1985	NONE			
US 5260150	A	09-11-1993	JP	1088549 A		03-04-1989
			JP	1921312 C		07-04-1995
			JP	6052421 B		06-07-1994
			JP	1088550 A		03-04-1989
			JP	1830774 C		15-03-1994
			JP	5044016 B		05-07-1993
			JP	1088551 A		03-04-1989
			US	5079113 A		07-01-1992
			US	5403683 A		04-04-1995
			CA	1315023 C		23-03-1993
			CA	1322685 C2		05-10-1993
			DE	3856089 D1		29-01-1998
			DE	3856089 T2		18-06-1998
			DE	3889053 D1		19-05-1994
			DE	3889053 T2		21-07-1994
			EP	0310412 A2		05-04-1989
			EP	0574092 A1		15-12-1993

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale N°

PCT/FR 03/01400

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G03F1/14 G03F1/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G03F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 902 705 A (OKAMOTO YOSHIHIKO ET AL) 11 mai 1999 (1999-05-11) colonne 26, ligne 1 - ligne 18; figures 8,30,34,39 -----	
A	US 4 499 162 A (BANKS EDWARD L ET AL) 12 février 1985 (1985-02-12) -----	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 135 (P-457), 20 mai 1986 (1986-05-20) & JP 60 257448 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 19 décembre 1985 (1985-12-19) abrégé -----	
A	US 5 260 150 A (OHTA KENJI ET AL) 9 novembre 1993 (1993-11-09) -----	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document délinissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 septembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/09/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Haenisch, U

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 03/01400

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5902705	A	11-05-1999	JP 8306621 A US 5691115 A US 5521033 A US 5932395 A US 6020109 A	22-11-1996 25-11-1997 28-05-1996 03-08-1999 01-02-2000
US 4499162	A	12-02-1985	AUCUN	
JP 60257448	A	19-12-1985	AUCUN	
US 5260150	A	09-11-1993	JP 1088549 A JP 1921312 C JP 6052421 B JP 1088550 A JP 1830774 C JP 5044016 B JP 1088551 A US 5079113 A US 5403683 A CA 1315023 C CA 1322685 C2 DE 3856089 D1 DE 3856089 T2 DE 3889053 D1 DE 3889053 T2 EP 0310412 A2 EP 0574092 A1	03-04-1989 07-04-1995 06-07-1994 03-04-1989 15-03-1994 05-07-1993 03-04-1989 07-01-1992 04-04-1995 23-03-1993 05-10-1993 29-01-1998 18-06-1998 19-05-1994 21-07-1994 05-04-1989 15-12-1993

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**